

10-02-00

A

1c987 U.S. PTO
09/29/00

Practitioner's Docket No. 789_056

PATENT

NEW APPLICATION TRANSMITTAL

Box Patent Application
Assistant Commissioner for Patents
Washington D.C. 20231

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 addressed to Box Patent Application, Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on September 29, 2000 under "EXPRESS MAIL" mailing label number EL69267721US.

Elizabeth A. VanAntwerp
Elizabeth A. VanAntwerp

J-882 U.S. PTO
09/29/00
09/29/00

Transmitted herewith for filing is the patent application of:

Inventor 1: Yukihiisa TAKEUCHI
Address: c/o NGK Insulators, Ltd.
2-56, Suda-Cho, Mizuho-Ku
Nagoya-City, Aichi-Prefecture 467-8530
Japan

Inventor 2: Kazuyoshi SHIBATA
Address: c/o NGK Insulators, Ltd.
2-56, Suda-Cho, Mizuho-Ku
Nagoya-City, Aichi-Prefecture 467-8530
Japan

Title: PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRICTIVE DEVICE

1. Papers enclosed

A. Required (in Japanese) for filing date under 37 CFR 1.53(b) (Regular) are:

- 14 Page(s) of Specification
- 1 Page(s) of Claims
- 1 Page(s) of Abstract
- 12 Sheets of Formal Drawings (Figs. 1-12)

B. Other Papers Enclosed

- ☐ A Preliminary Amendment
- ☒ An Information Disclosure Statement and Identification of Copending Applications
- ☒ PTO Form-1449

2. Additional Papers to Follow Under Separate Cover

- ☒ A combined Declaration and Power of Attorney
- ☒ A Claim for Priority and certified copies of:

Japanese Application 11-281522 filed October 1, 1999; and
Japanese Application 2000-056434 filed March 1, 2000

- ☒ An Assignment Transmittal and Assignment of the invention to
NGK Insulators, Ltd.

09677304-092900

3. Small Entity Status

- ☐ A statement that this filing is by a small entity is attached.
☐ A separate refund request accompanies this paper.
☐ was filed on _____ (original).

4. The filing fee has been calculated as shown below:

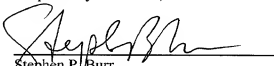
- A. Filing Fee
☒ Original Patent Application \$ 690.00
(37 C.F.R. 1.16(a) --\$690.00, Small Entity--\$345.00)
- B. Fees for Claims (5 Claims; 1 Indep.)
☐ each independent claim in excess of 3 \$.00
(37 C.F.R. 1.16(b) --\$78.00, small entity--\$39.00)
☐ each claim in excess of 20 \$.00
(37 C.F.R. 1.16(c) --\$18.00, small entity--\$9.00)
☐ multiple dependent claim(s) \$.00
(37 C.F.R. 1.16(d) --\$260.00 small entity--\$130.00)
- C. Surcharge fees
☒ late payment of filing fee \$ 130.00
(37 C.F.R. 1.16(e) --\$130.00; small entity--\$65.00)
- and/or
- ☒ late filing of original declaration or oath \$.00
(37 C.F.R. 1.16(e) --\$130.00, small entity--\$65.00)
- NOTE If both the filing fee and declaration or oath were missing from the original papers, only one surcharge fee for both need be paid 37 C.F.R. 1.16(e)
- D. ☐ Petition and fee for filing by other than all the inventors or a person not the inventor \$.00
(37 C.F.R. 1.17(i) and 1.47--\$130.00)
- E. ☒ Fee for processing an application filed with a specification in a non-English language \$ 130.00
(37 C.F.R. 1.17(k) and 1.52(d) --\$130.00)
- F. ☒ Assignment Fee \$ 40.00
- Total Fees Due \$ 990.00**

09677304-092900

**5. Payment of Fees and Authorization to Charge Additional Fees
or Credit Overpayment**

- ☐ A check in the amount of _____ is enclosed.
☐ The Commissioner is hereby authorized to charge payment of the following fees associated with this communication or credit any overpayment to Deposit Account No. 50-1446. A duplicate copy of this sheet is enclosed.
☐ Any additional filing fees required under 37 CFR 1.16.
☐ Any patent application processing fees under 37 CFR 1.17.

Respectfully submitted,



Stephen P. Burr
Reg. No. 32,970

September 29, 2000

Date

SPB/eav

BURR & BROWN
P.O. Box 7068
Syracuse, NY 13261-7068

Customer No.: 025191
Telephone:(315) 233-8300
Facsimile:(315) 233-8320

09677304.092900

圧電／電歪デバイス

発明の背景

発明の分野

- 5 本発明は、圧電／電歪素子の変位動作に基づいて作動する可動部を備えた圧電／電歪デバイスに関する。

関連する技術の記述

- 近時、光学や磁気記録、精密加工等の分野において、サブミクロンオーダーで光路長や位置を調整可能な変位素子が必要とされており、圧電／電歪材料（例え
10 ば強誘電体等）に電圧を印加したときに惹起される逆圧電効果や電歪効果による変位を利用した変位素子の開発が進められている。

- 従来、このような変位素子としては、例えば図１２に示すように、圧電／電歪材料からなる板状体２００に孔部２０２を設けることにより、固定部２０４と可動部２０６とこれらを支持する梁部２０８とを一体に形成し、更に、梁部２０８
15 に電極層２１０を設けた圧電アクチュエータが開示されている（例えば特開平１０－１３６６６５号公報参照）。

- 前記圧電アクチュエータにおいては、電極層２１０に電圧を印加すると、逆圧電効果や電歪効果により、梁部２０８が固定部２０４と可動部２０６とを結ぶ方向に伸縮するため、可動部２０６を板状体２００の面内において弧状変位又は回
20 転変位させることが可能である。

- 一方、特開昭６３－６４６４０号公報には、バイモルフを用いたアクチュエータに関して、そのバイモルフの電極を分割して設け、分割された電極を選択して駆動することにより、高精度な位置決めを高速に行う技術が開示され、この公報（特に第４図）には、例えば２枚のバイモルフを対向させて使用する構造が示さ
25 れている。

しかしながら、前記圧電アクチュエータにおいては、圧電／電歪材料の伸縮方向（即ち、板状体２００の面内方向）の変位をそのまま可動部２０６に伝達していたため、可動部２０６の作動量が小さいという問題があった。

また、圧電アクチュエータは、すべての部分を脆弱で比較的重い材料である圧

電／電歪材料によって構成しているため、機械的強度が低く、ハンドリング性、耐衝撃性、耐湿性に劣ることに加え、圧電アクチュエータ自体が重く、動作上、有害な振動（例えば、高速作動時の残留振動やノイズ振動）の影響を受けやすいという問題点があった。

- 5 前記問題点を解決するために、孔部 202 に柔軟性を有する充填材を充填することが提案されているが、単に充填材を使用しただけでは、逆圧電効果や電歪効果による変位の量が低下することは明らかである。

発明の概要

- 10 本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、デバイスの長寿命化及び小型化を図ることができ、しかも、有害な振動の影響を受け難く、高速応答が可能で、機械的強度が高く、ハンドリング性、耐衝撃性、耐湿性に優れた圧電／電歪デバイスを提供することを目的とする。

- 本発明は、相対向する一対の金属製の薄板部と、これら薄板部を支持する固定部とを具備し、前記一対の薄板部の先端部分に物体が取り付けられ、前記一対の薄板部のうち、少なくとも 1 つの薄板部に 1 以上の圧電／電歪素子が配設され、前記物体における前記薄板部に対向する面の面積が、前記薄板部における物体取付面の面積よりも大きいことを特徴とする。
- 15

- これにより、一対の薄板部を大きく変位させることができると共に、デバイス、特に、一対の薄板部の変位動作の高速化（高共振周波数化）を達成させることができ、しかも、有害な振動の影響を受け難く、高速応答が可能で、機械的強度が高く、ハンドリング性、耐衝撃性、耐湿性に優れた変位素子、並びに可動部の振動を精度よく検出することが可能なセンサ素子を得ることができる。
- 20

- 特に、本発明では、薄板部が金属製であるため、強度や靱性に優れ、急激な変位動作にも対応できる。従って、本発明においては、使用環境の変動や過酷な使用状態においても十分に対応でき、圧電／電歪デバイスの長寿命化、圧電／電歪デバイスのハンドリング性を図ることができ、しかも、相対的に低電圧で薄板部を大きく変位させることができると共に、薄板部の変位動作の高速化（高共振周波数化）を達成させることができる。
- 25

そして、前記構成において、前記圧電／電歪素子と前記薄板部との間に第１の接着剤を介在させるようにしてもよい。また、前記物体を、前記薄板部における物体取付面に対して第２の接着剤を介して固着させるようにしてもよい。

- これらの場合、前記第１の接着剤及び／又は第２の接着剤は有機樹脂であって
- 5 もよいし、ガラス、ロウ材又は半田であってもよい。

添付した図面と協同する次の好適な実施の形態例の説明から、上記の目的及び他の目的、特徴及び利点により明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

- 10 図１は、本実施の形態に係る圧電／電歪デバイスの構成を示す斜視図である。
図２は、本実施の形態に係る圧電／電歪デバイスの第１の変形例を示す斜視図である。
図３は、本実施の形態に係る圧電／電歪デバイスの第２の変形例を示す斜視図である。
- 15 図４は、本実施の形態に係る圧電／電歪デバイスにおいて、圧電／電歪素子が共に変位動作を行っていない場合を示す説明図である。
図５Ａは、一方の圧電／電歪素子に印加される電圧波形を示す波形図である。
図５Ｂは、他方の圧電／電歪素子に印加される電圧波形を示す波形図である。
図６は、本実施の形態に係る圧電／電歪デバイスにおいて、圧電／電歪素子が
- 20 変位動作を行った場合を示す説明図である。
図７は、圧電／電歪素子の他の構成例を示す拡大図である。
図８は、各薄板部のうち、物体及び固定部がそれぞれ接着される部分に、肉厚部を設けた例を示す説明図である。
図９は、各薄板部のうち、物体が接着される部分に、肉厚部を設けた例を示す
- 25 説明図である。
図１０は、各薄板部に肉厚部を設けない例を示す説明図である。
図１１は、各薄板部のうち、物体及び固定部それぞれ接着される部分に、接着の区画を形成するための突起を設けた例を示す説明図である。
図１２は、従来例に係る圧電／電歪デバイスを示す構成図である。

好ましい実施の形態例の記述

以下、本発明に係る圧電／電歪デバイスの実施の形態例を図１～図１１を参照しながら説明する。

- この実施の形態に係る圧電／電歪デバイス１０は、図１に示すように、相対向する一対の金属製の薄板部１２ａ及び１２ｂと、これら薄板部１２ａ及び１２ｂを支持する固定部１４と、一対の薄板部１２ａ及び１２ｂの先端部間に介在された物体１８とを具備し、前記一対の薄板部１２ａ及び１２ｂの外表面（以下、側面と記す）にそれぞれ圧電／電歪素子２０ａ及び２０ｂが配設されて構成されている。この圧電／電歪デバイス１０は、前記圧電／電歪素子２０ａ及び／又は２０ｂの駆動によって物体が変位するようになっている。

そして、各薄板部１２ａ及び１２ｂの先端部間に接着剤１００を介して物体１８を接着し、各薄板部１２ａ及び１２ｂの後端部間に接着剤１０２を介して固定部１４を接着するようにしている。

- 圧電／電歪素子２０ａ及び２０ｂは、別体として圧電／電歪素子２０ａ及び２０ｂを準備して、それぞれ薄板部１２ａ及び１２ｂの側面に接着剤１０４を介して固着される。接着剤１００～１０４としては、例えば有機樹脂やガラス、ロウ材又は半田ガラス等を用いることができる。

- 圧電／電歪素子２０ａ及び２０ｂは、圧電／電歪層２２と、該圧電／電歪層２２の両側に形成された一対の電極２４及び２６とを有して構成され、該一対の電極２４及び２６のうち、一方の電極２４が少なくとも一対の薄板部１２ａ及び１２ｂに形成されている。

- 本実施の形態では、圧電／電歪層２２並びに一対の電極２４及び２６をそれぞれ多層構造とし、一方の電極２４と他方の電極２６を断面ほぼ櫛歯状となるようにそれぞれ互い違いに積層し、これら一方の電極２４と他方の電極２６が圧電／電歪層２２を間に挟んで重なる部分が多段構成とされた圧電／電歪素子２０ａ及び２０ｂとした。

図１では、圧電／電歪層２２を３層構造とし、一方の電極２４が１層目の下面（薄板部１２ａ及び１２ｂの側面）と２層目の上面に位置するように櫛歯状に形成し、他方の電極２６が１層目の上面と３層目の上面に位置するように櫛歯状に

形成した例を示している。この構成の場合、一方の電極 2 4 同士並びに他方の電極 2 6 同士をそれぞれつなぎ共通化することで、端子 2 8 及び 3 0 の数を減らすことができるため、圧電／電歪素子 2 0 a 及び 2 0 b の多層化に伴うサイズの大型化を抑えることができる。

- 5 一対の薄板部 1 2 a 及び 1 2 b は、各先端部分と各後端部分がそれぞれ内方に向かって肉厚とされ、各肉厚部 3 2 a、3 2 b、3 2 c 及び 3 2 d のそれぞれ対向する面 3 4 a、3 4 b、3 4 c 及び 3 4 d は、物体 1 8 を取り付けするための物体取付面として機能している。

- 一方、物体 1 8 は、一対の薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の各肉厚部 3 2 a 及び 3 2 b 間に収まる程度の大きさを有し、ほぼ直方体の形状を呈している（むろん、直方体に限定されるものではない）。物体 1 8 における側面（薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の肉厚部 3 2 a 及び 3 2 b に対向する面）の面積は、薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の物体取付面 3 4 a 及び 3 4 b の面積よりも大に設定されている。
- 10

- 図 1 では、物体 1 8 は、その先端面が各薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の先端面とほぼ一致し、後端面（固定部 1 4 に対向する面）が薄板部 1 2 a 及び 1 2 b における肉厚部 3 2 a 及び 3 2 b よりも固定部 1 4 に向かって突出した位置関係にある。そして、物体 1 8 は、上述したように、接着剤 1 0 0 を介して薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の物体取付面 3 4 a 及び 3 4 b に固着されている。
- 15

- また、上述の実施の形態に係る圧電／電歪デバイス 1 0 においては、例えば図 4 に示すように、物体 1 8 の中心軸 n から各物体取付面 3 4 a 及び 3 4 b までの距離 L a 及び L b をほぼ等しくすることが好ましい。
- 20

- なお、一対の電極 2 4 及び 2 6 への電圧の印加は、各電極 2 4 及び 2 6 のうち、それぞれ固定部 1 4 の両側面（素子形成面）上に形成された端子（パッド）2 8 及び 3 0 を通じて行われるようになっている。各端子 2 8 及び 3 0 の位置は、一方の電極 2 4 に対応する端子 2 8 が固定部 1 4 の後端寄りに形成され、外部空間側の他方の電極 2 6 に対応する端子 3 0 が固定部 1 4 の内壁寄りに形成されている。
- 25

この場合、圧電／電歪デバイス 1 0 の固定を、端子 2 8 及び 3 0 が配置された面とは別の面を利用してそれぞれ別個に行うことができ、結果として、圧電／電

歪デバイス 10 の固定と、回路と端子 28 及び 30 間の電氣的接続の双方に高い信頼性を得ることができる。この構成においては、フレキシブルプリント回路（FPC とも称される）、フレキシブルフラットケーブル（FFC とも称される）、ワイヤボンディング等によって端子 28 及び 30 と回路との電氣的接続が行われる。

本実施の形態に係る圧電／電歪デバイス 10 の構成としては、図 1 に示す構成のほか、図 2 に示す第 1 の変形例に係る圧電／電歪デバイス 10 a のように、物体 18 の大きさを更に大きくするようにしてもよい。図 2 の例では、物体 18 の側面の大きさを物体取付面 34 a 及び 34 b の大きさよりも縦方向及び横方向において大きくした場合を示す。

また、図 3 に示す第 2 の変形例に係る圧電／電歪デバイス 10 b のように、薄板部 12 a 及び 12 b の先端部分に肉厚部 32 a 及び 32 b を設けずに、薄板部 12 a 及び 12 b の全体を同じ厚みにしてもよい。この場合、更に大きな物体 18 を取り付けることが可能となる。

ところで、本実施の形態では、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b を多段構造としているため、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b の発生力が増大し、もって大変位が図られると共に、圧電／電歪デバイス 10 自体の剛性が増すことで、高共振周波数化が図られ、変位動作の高速化が容易に達成できる。

なお、段数を多くすれば、駆動力の増大は図られるが、それに伴い消費電力も増えるため、実際に実施する場合には、用途、使用状態に応じて適宜段数等を決めればよい。また、この実施の形態に係る圧電／電歪デバイス 10 では、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b を多段構造にして駆動力を上げても、基本的に薄板部 12 a 及び 12 b の幅（Y 軸方向の距離）は不変であるため、例えば非常に狭い間隙において使用されるハードディスク用磁気ヘッドの位置決め、リングング制御等のアクチュエータに適用する上で非常に好ましいデバイスとなる。

ここで、この実施の形態に係る圧電／電歪デバイス 10 の動作について説明する。まず、例えば 2 つの圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b が自然状態、即ち、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b が共に変位動作を行っていない場合は、図 4 に示すように、圧電／電歪デバイス 10 の長軸（固定部の中心軸）m と物体 18 の中

心軸nとがほぼ一致している。

この状態から、例えば図5Aの波形図に示すように、一方の圧電／電歪素子20aにおける一対の電極24及び26に所定のバイアス電位Vbを有するサイン波Waをかけ、図5Bに示すように、他方の圧電／電歪素子20bにおける一対の電極24及び26に前記サイン波Waとはほぼ180°位相の異なるサイン波Wbをかける。

そして、一方の圧電／電歪素子20aにおける一対の電極24及び26に対して例えば最大値の電圧が印加された段階においては、一方の圧電／電歪素子20aにおける圧電／電歪層22はその主面方向に収縮変位する。これにより、例えば図6に示すように、一方の薄板部12aに対し、矢印Aに示すように、該薄板部12aを例えば右方向に撓ませる方向の応力が発生することから、該一方の薄板部12aは、右方向に撓み、このとき、他方の圧電／電歪素子20bにおける一対の電極24及び26には、電圧は印加されていない状態となるため、他方の薄板部12bは一方の薄板部12aの撓みに追従して右方向に撓む。その結果、物体18は、圧電／電歪デバイス10の長軸mに対して例えば右方向に変位する。なお、変位量は、各圧電／電歪素子20a及び20bに印加される電圧の最大値に応じて変化し、例えば最大値が大きくなるほど変位量も大きくなる。

特に、圧電／電歪層22の構成材料として、高い抗電界を有する圧電／電歪材料を適用した場合には、図5A及び図5Bの二点鎖線の波形に示すように、最小値のレベルが僅かに負のレベルとなるように、前記バイアス電位を調整してもよい。この場合、該負のレベルが印加されている圧電／電歪素子（例えば他方の圧電／電歪素子20b）の駆動によって、例えば他方の薄板部12bに一方の薄板部12aの撓み方向と同じ方向の応力が発生し、物体18の変位量をより大きくすることが可能となる。つまり、図5A及び図5Bにおける二点鎖線に示すような波形を使用することで、負のレベルが印加されている圧電／電歪素子20b又は20aが、変位動作の主体となっている圧電／電歪素子20a又は20bをサポートするという機能を持たせることができる。

このように、本実施の形態に係る圧電／電歪デバイス10においては、圧電／電歪素子20a及び20bの微小な変位が薄板部12a及び12bの撓みを利用

して大きな変位動作に増幅されて、物体 18 に伝達することになるため、物体 18 は、圧電／電歪デバイス 10 の長軸 m に対して大きく変位させることが可能となる。

- 特に、この実施の形態では、物体 18 が一對の薄板部 12 a 及び 12 b に挟まれた形で取り付けられることになるため、物体 18 を取り付けることによるサイズの大型化、特に Y 軸方向の大型化を効果的に抑制することができる。

- 更に、この実施の形態においては、金属製の各薄板部 12 a 及び 12 b 上に接着剤 104 を介して積層型の圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b を固着させて構成するようにしているため、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b の平面上の面積を広げなくても薄板部 12 a（及び 12 b）を大きく変位させることができ、しかも、薄板部 12 a（及び 12 b）が金属製であるため、強度や靱性に優れ、急激な変位動作にも対応できる。

- つまり、この実施の形態においては、使用環境の変動や過酷な使用状態においても十分に対応でき、圧電／電歪デバイス 10 の長寿命化、圧電／電歪デバイス 10 のハンドリング性を図ることができ、しかも、相対的に低電圧で薄板部 12 a（及び 12 b）を大きく変位することができると共に、薄板部 12 a（及び 12 b）の変位動作の高速化（高共振周波数化）を達成させることができる。

- また、この実施の形態においては、すべての部分を脆弱で比較的重い材料である圧電／電歪材料によって構成する必要がないため、機械的強度が高く、ハンドリング性、耐衝撃性、耐湿性に優れ、動作上、有害な振動（例えば、高速作動時の残留振動やノイズ振動）の影響を受け難いという利点を有する。

- また、この実施の形態においては、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b を、圧電／電歪層 22 と、該圧電／電歪層 22 の両側に形成された一對の電極 24 及び 26 とを有して構成し、一對の電極 24 及び 26 のうち、一方の電極 24 を、少なくとも薄板部 12 a 及び 12 b の側面に接着剤 104 を介して直接形成するようにしたので、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b による振動を薄板部 12 a 及び 12 b を通じて効率よく物体 18 に伝達することができ、応答性の向上を図ることができる。従って、接着剤 104 は、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b の振動を阻害し難くすることが望ましい。

- また、この実施の形態においては、一対の電極 2 4 及び 2 6 が圧電／電歪層 2 2 を間に挟んで重なる部分（実質的駆動部分）を固定部 1 4 の一部から薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の一部にかけて収まるように連続的に形成するようにしているため、物体 1 8 の変位動作が制限されるという不都合が回避され、物体 1 8 の変位
- 5 量を大きくすることができる。

- なお、各部の実寸法は、薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の物体取付面 3 4 a 及び 3 4 b の面積、固定部 1 4 を他の部材に取り付けるための接合面積、電極用端子などの取り付けのための接合面積、圧電／電歪デバイス 1 0 全体の強度、耐久度、必要な変位量並びに共振周波数、そして、駆動電圧等を考慮して定められることになる。
- 10 なる。

- また、この圧電／電歪デバイス 1 0 においては、該圧電／電歪デバイス 1 0 の形状が従来のような板状（変位方向に直交する方向の厚みが小さい）ではなく、物体 1 8 と固定部 1 4 が直方体の形状（変位方向に直交する方向の厚みが大きい）を呈しており、物体 1 8 と固定部 1 4 の側面が連続するように一対の薄板部 1
- 15 2 a 及び 1 2 b が設けられているため、圧電／電歪デバイス 1 0 の Y 軸方向の剛性を選択的に高くすることができる。

- 即ち、この圧電／電歪デバイス 1 0 では、平面内（X Z 平面内）における物体 1 8 の動作のみを選択的に発生させることができ、物体の Y Z 面内の動作（いわゆる煽り方向の動作）を抑制することができる。
- 20 次に、この実施の形態に係る圧電／電歪デバイス 1 0 の各構成要素について説明する。

- 物体 1 8 としては、圧電／電歪デバイス 1 0 の使用目的に応じて種々の部材が取り付けられる。例えば、圧電／電歪デバイス 1 0 をハードディスクドライブの磁気ヘッドの位置決めやリング抑制機構に使用するのであれば、磁気ヘッド
- 25 、磁気ヘッドを有するスライダ、スライダを有するサスペンション等の位置決めを必要とする部材が取り付けられる。

固定部 1 4 は、上述したように、薄板部 1 2 a 及び 1 2 b を支持する部分であり、例えば前記ハードディスクドライブの磁気ヘッドの位置決めに利用する場合

には、VCM（ボイスコイルモータ）に取り付けられたキャリッジアーム、該キ

ャリッジアームに取り付けられた固定プレート又はサスペンション等に固定部 14 を支持固定することにより、圧電／電歪デバイス 10 の全体が固定される。また、この固定部 14 には、図 1 に示すように、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b を駆動するための端子 28 及び 30 その他の部材が配置される場合もある。

- 5 固定部 14 を構成する材料としては、剛性を有する限りにおいて特に限定されないが、後述するセラミックグリーンシート積層法を適用できるセラミックスを好適に用いることができる。具体的には、安定化ジルコニア、部分安定化ジルコニアをはじめとするジルコニア、アルミナ、マグネシア、窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化チタンを主成分とする材料等が挙げられるほか、これらの混合物を
- 10 主成分とした材料が挙げられるが、機械的強度や靱性が高い点において、ジルコニア、特に安定化ジルコニアを主成分とする材料と部分安定化ジルコニアを主成分とする材料が好ましい。

- 薄板部 12 a 及び 12 b は、上述したように、圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b の変位により駆動する部分である。薄板部 12 a 及び 12 b は、可撓性を有する
- 15 薄板状の部材であって、表面に配設された圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b の伸縮変位を屈曲変位として増幅して、物体 18 に伝達する機能を有する。従って、薄板部 12 a 及び 12 b の形状や材質は、可撓性を有し、屈曲変形によって破損しない程度の機械的強度を有するものであれば足り、物体 18 の応答性、操作性を考慮して適宜選択することができる。

- 20 そして、薄板部 12 a 及び 12 b は、金属材料で構成され、前述したように、可撓性を有し、屈曲変形が可能な金属材料であればよいが、好ましくは、鉄系材料としては、各種ステンレス鋼、各種バネ鋼鋼材で構成することが望ましく、非鉄系材料としては、ベリリウム銅、リン青銅、ニッケル、ニッケル鉄合金で構成することが望ましい。また、固定部 14 を構成する材料として、薄板部 12 a 及
- 25 び 12 b と同様な金属材料を利用することができる。

圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b は、少なくとも圧電／電歪層 22 と、該圧電／電歪層 22 に電界をかけるための一対の電極 24 及び 26 を有するものであり、ユニモルフ型、バイモルフ型等の圧電／電歪素子 20 a 及び 20 b を用いることができるが、薄板部 12 a 及び 12 b と組み合わせたユニモルフ型の方が、発

生する変位量の安定性に優れ、軽量化に有利であるため、このような圧電／電歪デバイス１０に適している。

前記圧電／電歪素子２０a及び２０bは、図１に示すように、薄板部１２a及び１２bの側面に形成する方が薄板部１２a及び１２bをより大きく駆動させることができる点で好ましい。

圧電／電歪層２２には、圧電セラミックスが好適に用いられるが、電歪セラミックスや強誘電体セラミックス、あるいは反強誘電体セラミックスを用いることも可能である。但し、この圧電／電歪デバイス１０をハードディスクドライブの磁気ヘッドの位置決め等に用いる場合は、物体１８の変位量と駆動電圧又は出力電圧とのリニアリティが重要とされるため、歪み履歴の小さい材料を用いることが好ましく、抗電界が１０kV/mm以下の材料を用いることが好ましい。

具体的な材料としては、ジルコン酸鉛、チタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、アンチモンズズ酸鉛、マンガンタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛、チタン酸バリウム、チタン酸ナトリウムビスマス、ニオブ酸カリウムナトリウム、タンタル酸ストロンチウムビスマス等を単独で、あるいは混合物として含有するセラミックスが挙げられる。

更に、前記材料に、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン、セリウム、カドミウム、クロム、コバルト、アンチモン、鉄、イットリウム、タンタル、リチウム、ビスマス、スズ等の酸化物等を単独で、もしくは混合したセラミックスを用いてもよい。

例えば、主成分であるジルコン酸鉛とチタン酸鉛及びマグネシウムニオブ酸鉛に、ランタンやストロンチウムを含有させることにより、抗電界や圧電特性を調整可能となる等の利点を得られる場合がある。

なお、シリカ等のガラス化し易い材料の添加は避けることが望ましい。なぜならば、シリカ等の材料は、圧電／電歪層２２の熱処理時に、圧電／電歪材料と反応し易く、その組成を変動させ、圧電特性を劣化させるからである。

一方、圧電／電歪素子２０a及び２０bの一对の電極２４及び２６は、室温で

- 固体であり、導電性に優れた金属で構成されていることが好ましく、例えばアルミニウム、チタン、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ニオブ、モリブデン、ルテニウム、パラジウム、ロジウム、銀、スズ、タンタル、タングステン、イリジウム、白金、金、鉛等の金属単体、もしくはこれらの合金が用いられ
- 5 、更に、これらに圧電／電歪層 2 2 あるいは薄板部 1 2 a 及び 1 2 b と同じ材料、あるいはその他のセラミック材料を分散させたサーメット材料を用いてもよい。

- 圧電／電歪素子 2 0 a 及び 2 0 b における電極 2 4 及び 2 6 の材料選定については、圧電／電歪素子 2 0 a 及び 2 0 b が薄板部 1 2 a 及び 1 2 b に対して接着剤 1 0 4 で貼り合わされることから、圧電／電歪層 2 2 と電極 2 4 及び 2 6（電極膜）とは多層に積層されて一体にされた後、一括に焼成されることが好ましく、その際の電極 2 4 及び 2 6 は白金、パラジウム、それらの合金等の高融点金属を使用する。また、電極 2 4 及び 2 6 は、高融点金属と圧電／電歪材料あるいはその他のセラミック材料との混合物であるサーメットとすることが好ましい。
- 15 また、電極 2 4 及び 2 6 の厚みは、少なからず圧電／電歪素子 2 0 a 及び 2 0 b の変位を低下させる要因ともなるため、特に圧電／電歪層 2 2 の焼成後に形成される電極には、焼成後に緻密でより薄い膜が得られる有機金属ペースト、例えば金レジネートペースト、白金レジネートペースト、銀レジネートペースト等の材料を用いることが好ましい。
- 20 更に、物体 1 8 を薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の物体取付面 3 4 a 及び 3 4 b に固着するための接着剤 1 0 0、並びに固定部 1 4 を薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の物体取付面 3 4 c 及び 3 4 d に固着するための接着剤 1 0 2 としては、有機樹脂、ロウ材、半田等を用いることができるが、低温で接着させる場合は、有機樹脂が望ましく、高温で接着させてもよい場合は、ロウ材、半田、ガラス等が好ましい。
- 25 上述の実施の形態に係る圧電／電歪デバイス 1 0 において、物体 1 8 は、位置制御、振動防止等、アクチュエータが制御するべき対象物とされることが望ましい。

上述の圧電／電歪素子 2 0 a 及び 2 0 b では、圧電／電歪層 2 2 を 3 層構造とした例を示したが、その他、圧電／電歪層 2 2 を 4 層以上積層した構造としても

- よい。図 7 に、圧電／電歪層 2 2 を 5 層構造とした例を示す。この構造では、一方の電極 2 4 を 1 層目の上面と 3 層目の上面と 5 層目の上面に位置するように櫛歯状に形成し、他方の電極 2 6 を 1 層目の下面と 2 層目の上面と 4 層目の上面に位置するように櫛歯状に形成し、更に、各一方の電極 2 4 を圧電／電歪層 2 2 の
- 5 一方の側面で共通化し、各他方の電極 2 6 を圧電／電歪層 2 2 の他方の側面で共通化している。

図 7 の例の場合、一方の電極 2 4 同士並びに他方の電極 2 6 同士をそれぞれつなぎ共通化することで、端子の数の増加を抑制することができるため、圧電／電歪素子 2 0 a 及び 2 0 b を用いたことによるサイズの大型化を抑えることができる。

10 る。

ところで、図 8 に示すように、本実施の形態では、各薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の先端部間に物体 1 8 を接着剤 1 0 0 を介して接着し、各薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の後端部間に固定部 1 4 を接着剤 1 0 2 を介して接着するようにしている。

- このとき、各接着剤 1 0 0 及び 1 0 2 として、流動性のある接着剤を用いた場合、各薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の先端部分と後端部分における肉厚部 3 2 a、3 2 b、3 2 c 及び 3 2 d がそれぞれ接着剤 1 0 0 及び 1 0 2 の形成場所を規定することができる、確実に薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の先端部分及び後端部分にそれぞれ物体 1 8 と固定部 1 4 を固着することができる。もちろん、粘性の高い接着剤を用いる場合は、上述のような肉厚部 3 2 a ～ 3 2 d を設ける必要はない。
- 15

- また、肉厚部 3 2 a ～ 3 2 d は、薄板部 1 2 a 及び 1 2 b と同様な材料あるいは異なる材料からなる板状体を薄板部 1 2 a 及び 1 2 b に積層して形成してもよい。
- 20

- 図 9 は、各薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の物体取付面 3 4 a 及び 3 4 b と物体 1 8 との接着に用いる接着剤 1 0 0 として流動性の高い接着剤とし、各薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の物体取付面 3 4 c 及び 3 4 d と固定部 1 4 との接着に用いる接着剤 1 0 2 として粘性の高い接着剤を用いた場合であって、流動性の高い接着剤が用いられる薄板部 1 2 a 及び 1 2 b の先端部分に肉厚部 3 2 a 及び 3 2 b を形成した例を示す。
- 25

図 1 0 は、薄板部 1 2 a 及び 1 2 b と物体 1 8 との接着並びに薄板部 1 2 a 及

び１２ｂと固定部１４との接着に用いる接着剤１００及び１０２として共に粘性の高い接着剤を用いた場合を示し、薄板部１２ａ及び１２ｂの先端部分及び後端部分に、上述のような肉厚部３２ａ～３２ｄを形成していない構造を示す。

- 図１１は、薄板部１２ａ及び１２ｂと物体１８との接着並びに薄板部１２ａ及
5 び１２ｂと固定部１４との接着に用いる接着剤１００及び１０２として共に流動性の高い接着剤を用いた場合であって、特に、各薄板部１２ａ及び１２ｂに接着剤１００及び１０２の形成領域を区画するための突起１０８を設けた例を示す。

なお、この発明に係る圧電／電歪デバイスは、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである

10 。

請求の範囲

1. 相対向する一対の金属製の薄板部と、これら薄板部を支持する固定部とを具備し、

5 前記一対の薄板部の先端部分に物体が取り付けられ、

前記一対の薄板部のうち、少なくとも1つの薄板部に1以上の圧電／電歪素子が配設され、

前記物体における前記薄板部に対向する面の面積が、前記薄板部における物体取付面の面積よりも大きいことを特徴とする圧電／電歪デバイス。

10

2. 請求項1記載の圧電／電歪デバイスにおいて、

前記圧電／電歪素子と前記薄板部との間に第1の接着剤が介在されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

15 3. 請求項1記載の圧電／電歪デバイスにおいて、

前記物体は、前記薄板部における物体取付面に対して第2の接着剤を介して固着されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

4. 請求項3記載の圧電／電歪デバイスにおいて、

20 前記第1の接着剤及び／又は第2の接着剤が有機樹脂からなることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

5. 請求項3記載の圧電／電歪デバイスにおいて、

前記第1の接着剤及び／又は第2の接着剤がガラス、ロウ材又は半田からなる

25 ことを特徴とする圧電／電歪デバイス。

要約

- 相対向する一対の金属製の薄板部と、これら薄板部を支持する固定部とを具備し、一対の薄板部の先端部分に物体が取り付けられ、一対の薄板部のうち、少なくとも1つの薄板部に1以上の圧電／電歪素子が配設され、前記物体における前記薄板部に対向する面の面積が、前記薄板部における物体取付面の面積よりも大きい。
- 5

FIG. 1

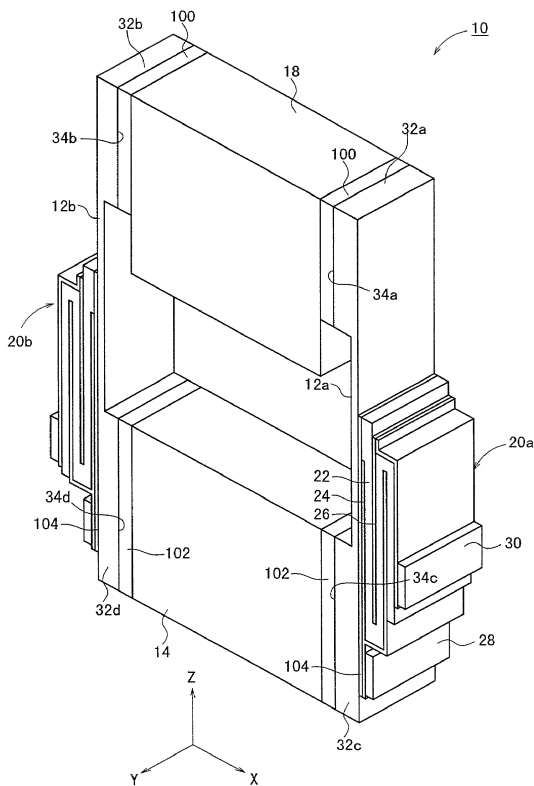


FIG. 2

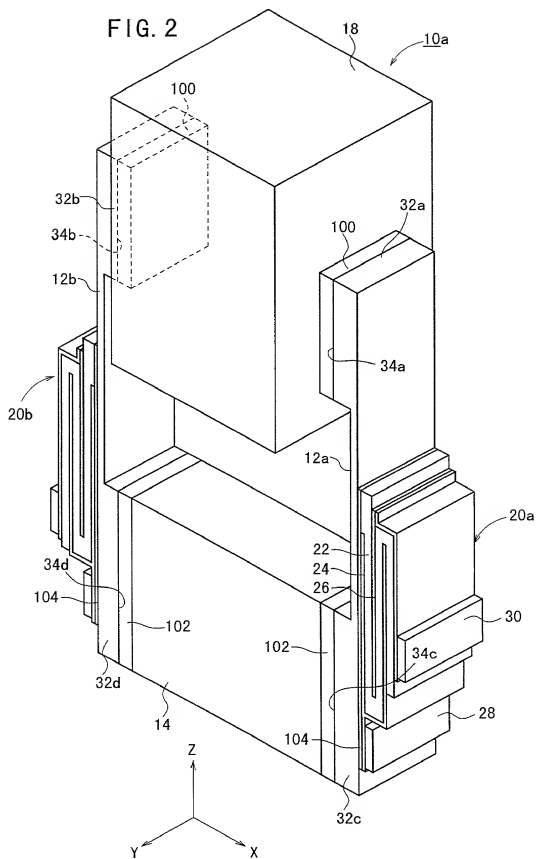


FIG. 3

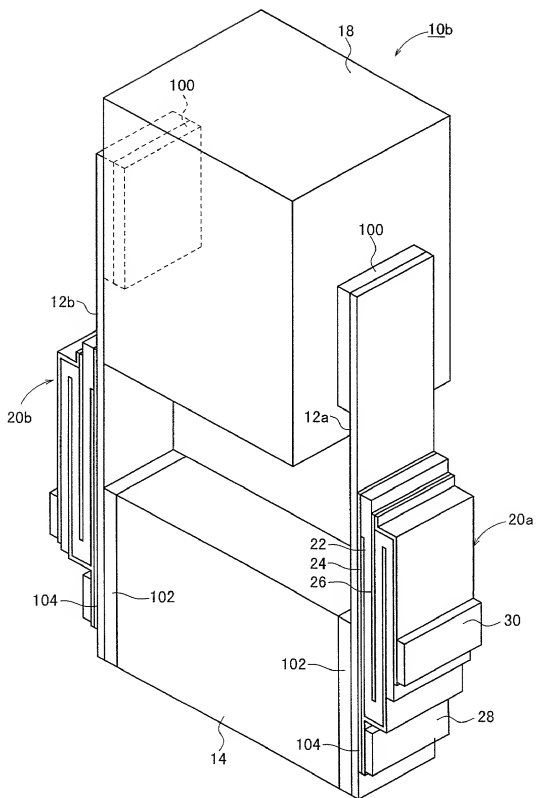
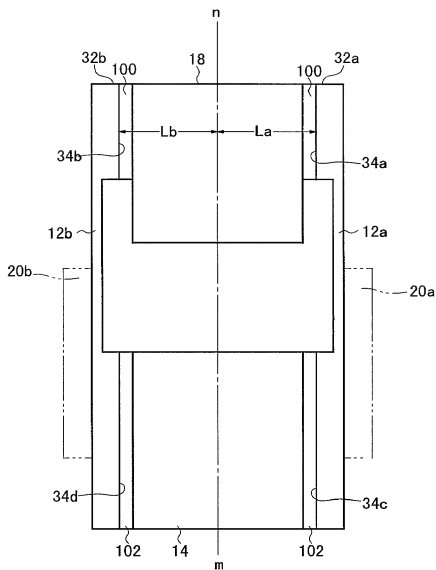


FIG. 4



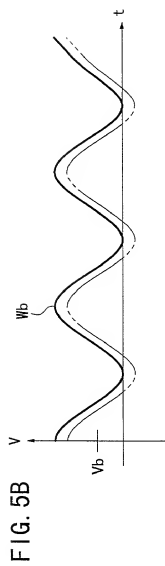
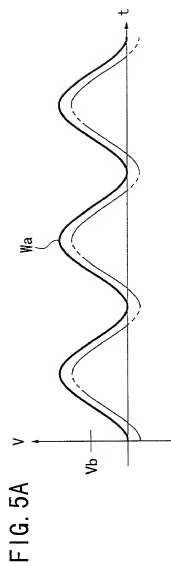


FIG. 6

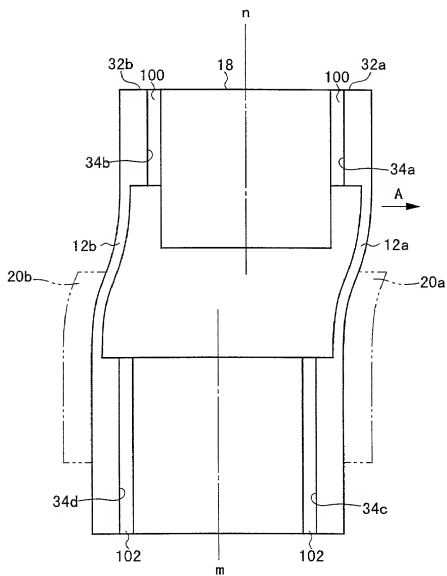


FIG. 7

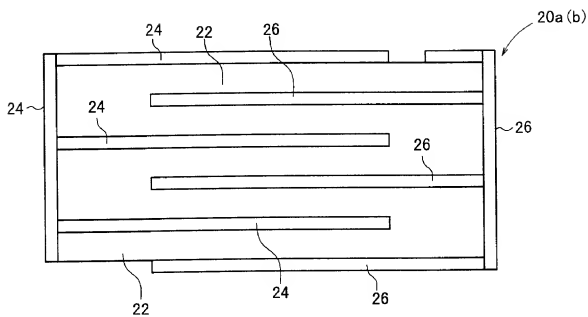


FIG. 8

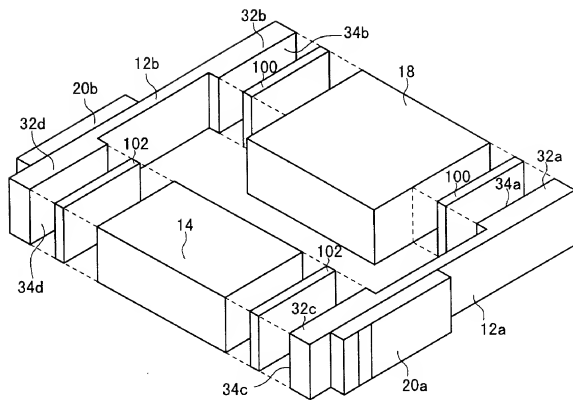


FIG. 9

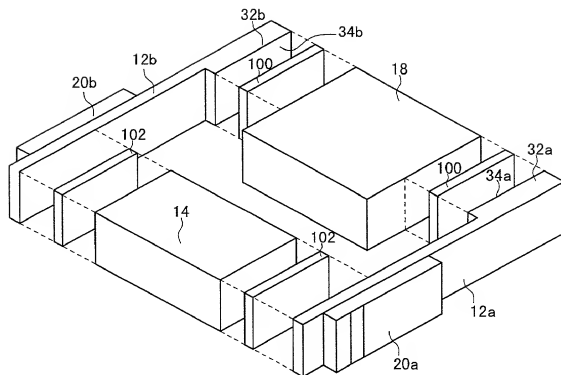


FIG. 10

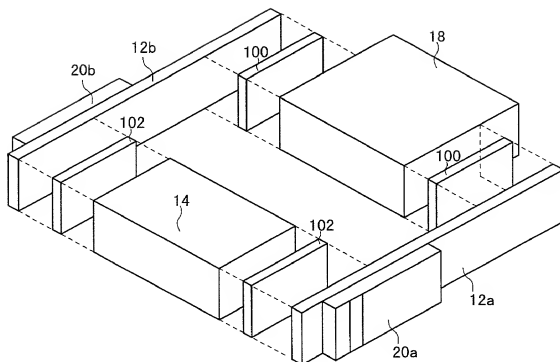


FIG. 11

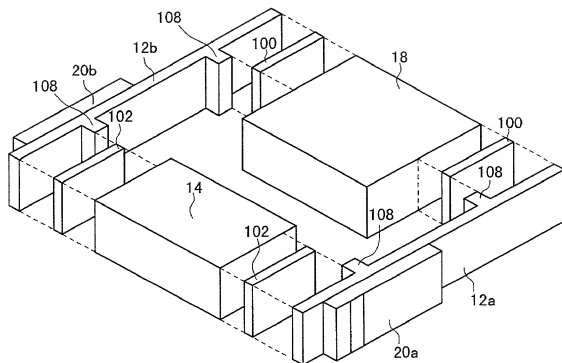


FIG. 12

